

VU Research Portal

Minerva in de polder

Zeischka, S.

2008

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

Zeischka, S. (2008). *Minerva in de polder: Waterstaat en techniek in het hoogheemraadschap van Rijnland (1500-1856)*. [, Vrije Universiteit Amsterdam]. Verloren.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

EINDCONCLUSIE

Het eigenlijke onderzoek is nu afgerond: een contextuele techniekgeschiedenis van de vroegmoderne waterstaat in Rijnland is geschreven. Hoe kan ze geïnterpreteerd worden? Welke visie kan voortbouwend op de empirische bevindingen geformuleerd worden? Dit besluit begint met een korte samenvatting van de belangrijkste technische ontwikkelingen. Daarop volgen drie paragrafen waarvan de structuur teruggrijpt naar de drie hoofddoelstellingen. In paragraaf 2 wordt een algemene nabeschuiving over empirische verworvenheden van het onderzoek gegeven: wat was de betekenis van techniek voor de waterstaat? Het tweede deel tracht kenmerken en verklaringen van de waterstaattechnische ontwikkelingen te formuleren en beantwoordt daarmee aan de tweede doelstelling, namelijk het vaststellen van de betekenis van de waterstaatstechniek in de vroegmoderne techniekgeschiedenis van Nederland. Het laatste deel ten slotte grijpt terug naar de theoretische uitgangspunten: op welke wijze grepen systeemdynamiek en veranderingen in de circulatie van kennis in elkaar en wat was het resultaat daarvan voor de techniek?

1. Historische ontwikkelingen in de waterstaatstechniek

Aan het begin van de zestiende eeuw bestonden in het hoogheemraadschap van Rijnland slechts enkele kernen waar polder(wind)molens stonden: aan de oevers van de Oude Rijn en bij Haarlem, vooral gebouwd door gemene ingelanden. Ook van grotere polders was er behoudens een enkele uitzondering nog geen sprake. In het overgrote deel van Rijnland vond nog steeds een natuurlijke afwatering plaats. Pas in de tweede helft van de zestiende eeuw brak bemaling goed door. In eerste instantie betrof het vooral paardenmolens van particulieren. Zeer waarschijnlijk lagen eenmalige en uitzonderlijke oorzaken aan de basis van de ongelijke verdeling in de tijd. Het is niet uit te sluiten dat het bij de grote verspreiding van paardenmolens vaak om tijdelijke initiatieven ging. In het laatste kwart van de zestiende eeuw schakelde men op windenergie over. In dat verband viel het op dat tussen de ambachten onderling heel wat verschillen aanwezig waren, zowel in aantallen als in soort molens. Vanaf circa 1580 kwamen steeds meer polderstichtingen tot stand die het particuliere niveau overstegen en het resultaat waren van lokale samenwerkingsverbanden.

Hoe langer hoe meer verschenen er polders op het Rijnlandse platteland. In die decennialange golf van bepolderingen kunnen verschillende groeiprocessen onderkend worden. In sommige gebieden zoals in de veenambachten en deels ook in Sloten veroorzaakte de ene bepoldering de andere omdat niet-bepolderde landen onder water kwamen te staan ten gevolge van het bemalen van de eerste polders. Elders, bijvoorbeeld op de Zuidgeest, was er veeleer sprake van een geleidelijke uitbreiding van kleinere polders. Welk spoor de bepoldering ook volgde, tegen circa 1660 was ze voltooid: alle landen, op enkele boezemlanden na, waren voortaan door kaden afgesloten en in de overgrote meerderheid beschikte elke polder ook over een of meer molens. In diezelfde periode, vanaf het eind van de zestiende tot het midden van de zeventiende eeuw, zijn ook enkele meren en plassen

drooggemaakt. De Rijnlandse gevallen waar de Lisserspoel er een van was, waren in aantal en oppervlakte niet te vergelijken met de Noord-Hollandse droogmakerijen. Hand in hand met de complete herinrichting van het Rijnlandse landschap gingen technische vernieuwingen. In de molenbouw verschenen steeds grotere molens met een betere aerodynamica; het ging daarbij in wezen om een perfectionering van bestaande molentechniek. Ondanks verschillende nieuwe uitvindingen, kwamen grote, opzienbarende innovaties in de praktijk zelden voor: bovenkruisers of wipmolens met schepraders bleven zonder meer dominant. De vijzels uit de Lisserspoelpolder zijn een zeldzame uitzondering. Met betrekking tot andere technieken zoals dijken, kaden en wegen bleven de bronnen voor deze periode te beknopt en te vaag om tot significante vaststellingen te komen. Toch is het duidelijk dat ze een belangrijke rol hebben gespeeld in de bepopelingen omdat bijvoorbeeld wegen als waterkering gingen functioneren.

Rond 1660 kwam een einde aan de golf van Rijnlandse poldervorming. Ook droogmakingen van meren kwamen niet langer tot stand; wel waren er een handvol veenplassen die drooggemaakt werden. In de decennia die volgden, werden de technische verschillen tussen de polders steeds duidelijker en groter. In tegenstelling tot de voorbije periode waar met de vele molen- en polderstichtingen sprake was van 'grote innovaties', kan men de waterstaattechnische ontwikkeling nu vooral beschrijven als een opeenvolging van 'kleinere innovaties'. Dit is vooral zichtbaar geworden in de ontwikkeling van molens, kaden en sluizen. Aan de hand van bestekken uit verschillende polders traden bij kaden zowel in de afmetingen, de vorm als in de gebruikte materialen veranderingen op. Daarnaast nam ook de omvang van de bestekken zelf toe, een trend die ook in het geval van sluisbouw en overhalen zeer goed tot uiting kwam. Hoewel de specifieke verlaten wel qua afmetingen varieerden, had de voornaamste vaststelling toch eerder betrekking op de bestekken zelf. De inhoud ervan werd immers steeds preciezer omschreven: hoe langer hoe meer bevatten de bouwvoorschriften bepalingen over materialen, afmetingen van concrete onderdelen en constructiewijzen. Het enige terrein waar geen duidelijke technische vernieuwingen aan het licht kwamen, betrof de wegenbouw. Vanaf de tweede helft van de zeventiende eeuw sprongen die vooral door hun slechte staat in het oog. In het geval dat de waterkering van een polder door wegen van het ambacht gebeurde, kon die polder daar hinder van ondervinden, maar er was structureel weinig aan te doen, zoals de Sloterbinnenpolder illustreerde. Hoewel algemeen gesteld na 1660 vooral kleine innovaties geïntroduceerd zijn, vonden sporadisch grotere veranderingen plaats, vooral na rampspoed. In de meeste gevallen ging het om nieuwe molens. Sommige problemen zoals de gevolgen van differentiële klink werden niet met innovatie aangepakt, maar met een veranderend gebruik van de techniek beantwoord.

Vanaf de jaren dertig van de achttiende eeuw kondigden zich nieuwe trends aan. In het Rijnlandse veengebied schoten de droogmakerijen als paddenstoelen uit de grond. Dergelijke grootschalige en ingrijpende projecten boden de gelegenheid om met nieuwe technieken te experimenteren, vooral op het vlak van opvoerwerktuigen. Ondanks de al vroeg ontluikende interesse voor de mogelijkheden van stoom, bleef wind vooralsnog de enige gebruikte energie en is in polders de toepassing van molens niet in vraag gesteld. Zowel bij de droogmaking van de Vierambachtspolder als bij de Hazerswoudse Noordplassen is met nieuwe technieken geëxperimenteerd. Ondanks zulke initiatieven bleef het scheprad het belangrijkste opvoerwerktuig. De verspreiding van de stenen poldermolen liet zien dat het verschil tussen zand- en veengrond sterk doorwerkte in de toepassing van steen. In vrijwel

elk lokaal waterschap is gediscussieerd over een eventuele overschakeling, maar de toepassing was niet overal vanzelfsprekend. Op zandgronden kon het wel, op de minder stevige veengrond was het een veel moeilijker onderneming omdat dan geheid zou moeten worden en dat dreef de kosten op. Andere voorbeelden van innovatie in de molenbouw waren het gebruik van molenroeden of kleinere aanpassingen in de afmetingen van bepaalde onderdelen. Behalve over stenen poldermolens is ook nagedacht over ijzeren molenassen, maar die bleven voorlopig niet toegepast.

Ook in de achttiende-eeuwse kade- en dijkbouw werden nieuwe technieken toegepast, zeker bij grote breukmomenten als droogmakingen of doorbraken. Zowel in de Vierambachtspolder, de Lisserpoelpolder als de polders op de Zuidgeest konden aanpassingen en vernieuwingen in het ontwerp van de waterkering getraceerd worden. Anders dan in de twee eerstgenoemde waar het om de introductie van specifieke technieken ging, sloot de aard van de innovatie in de Zuidgeest eerder aan bij de zeventiende-eeuwse ontwikkelingen in bestekken. De belangrijkste innovaties hielden verband met het dijkprofiel, met nieuwe materialen of met technieken om de aanhechting van het dijklichaam met de ondergrond te verbeteren. Enkel in Sloten verschilde de waterkering niet veel van de zeventiende-eeuwse toestand. De wegen bleven er in erg slechte staat, hoewel in de decennia voor en na 1750 verschillende voorstellen zijn gedaan om het hele ambacht Sloten tegen het geweld van het Haarlemmermeerwater te beschermen.

Vanaf 1800 veranderde niet meer zoveel aan de technische uitrusting van de Rijnlandse polders. Zeker in de Franse tijd kwamen erg weinig nieuwigheden in beeld. Pas rond 1830 waren er weer tekenen dat polderbesturen op zijn minst overwogen om nieuwe technieken door te voeren. In hoofdzaak bleef dat echter beperkt tot grotere polders als de Vierambachtspolder of de Sloterbinnenpolder. Over stoomtechniek is enkel in het eerste geval gediscussieerd, maar uiteindelijk zou de daadwerkelijke toepassing ervan nog lang op zich laten wachten. In beide polders speelde het bestuur ook met het idee de schepraderen door vijzels te vervangen. Slechts in de Sloterbinnenpolder kwam het er van, al verliep de introductie bijzonder traag en behoedzaam. Men experimenteerde eerst met een paardenwatermolen en pas 35 jaar later werd de laatste molen vervijzeld. Terwijl in de bemaling zeer traag enkele vernieuwingen opgang maakten, hielden andere innovaties verband met waterkeringen en wegen. De slechte toestand van verhoefslaagde werken in Sloten en in de Zuidgeest werd niet langer aanvaard. Naar aanleiding van de stormen in Sloten zijn ook daar vernieuwingen doorgevoerd. De oude praktijk van verhoefslagging werd grondig gereorganiseerd en nieuwe materialen deden hun intrede.

2. Waterstaatstechniek en de transformatie van het Rijnlandse platteland

In hun recente studie over het hoogheemraadschap van Rijnland vóór 1857 formuleren Milja van Tielhof en Petra van Dam een nieuwe visie op het regionale waterbeheer in de vroegmoderne tijd waarbij voor de economische verklaringsfactoren een grotere rol dan voorheen is weggelegd. Huldigde men vroeger de opvatting dat veeleer landschapsontwikkelingen waterstaatkundige trends veroorzaakten, in de nieuwe kijk, die zich op ook andere terreinen van de waterstaatsgeschiedenis manifesteert, worden economische factoren als minstens even belangrijk beschouwd. De wijze waarop de

waterhuishouding geregeld was, was dus niet enkel een antwoord op landschappelijke impulsen, maar ook het resultaat van economische keuzes. Naast economie en landschap wordt ook politiek (in brede zin) als een belangrijk element in de verklaring gebracht: in essentie gaat het daarbij om de machtsverhoudingen tussen de verschillende belangengroepen: het uiteindelijke waterbeheer dekte de belangen van zeer veel groepen in de samenleving.¹ Dit onderzoek heeft de elementen aangedragen om binnen deze nieuwe, bredere kijk op de waterstaat de betekenis van techniek in de waterstaatsgeschiedenis te analyseren: de transformatie van het Rijnlandse platteland en de waterstaatstechniek waren onlosmakelijk met elkaar verbonden, maar op welke wijze? Hoe grepen de verschillende stukken van de puzzel ineen?

Het ligt voor de hand de ontwikkeling van de waterstaatstechniek op lange termijn te verklaren vanuit het idee dat waterstaatstechniek gebruikt wordt om bepaalde grondgerelateerde intenties te realiseren, omdat grondgesteldheid per definitie de kern van de waterstaat raakte.² Met betrekking tot de langetermijnontwikkelingen beschikt dit perspectief inderdaad over heel wat verklaringskracht. Dat keuzes in verband met grondgebruik en -eigendom een directe weerslag op de waterstaatstechniek hadden, staat buiten kijf. De doorbraak van (wind)bemaling en bepolderingen vanaf de late zestiende eeuw is een schoolvoorbeeld daarvan. Niet alleen uit dit onderzoek bleek dat de oorzaak van die innovaties vooral in agrarische motieven lag. Ook anderen hebben er reeds op gewezen dat de aantrekkende economische conjunctuur en de goede vooruitzichten om agrarische producten op de markten van groeiende steden te kunnen brengen, investeringen in waterstaatstechniek mogelijk en zelfs wenselijk maakten.³ Deze economische motivering maakt ook de regionale dimensie van de verdere ontplooiing van de lokale waterstaat verklaarbaar. Overal in het Rijnlandse territorium gingen boeren, al dan niet collectief, over tot het omkaden en bemalen van hun gronden.

In de zeventiende eeuw zette deze trend zich nog verder door en bleef de gunstige economische en agrarische conjunctuur belangrijke investeringen mogelijk en verantwoord maken. Steeds meer polders werden gesticht met vaak gevolgen voor belendende, niet-bepolderde percelen die daar nadelige effecten van ondervonden, zoals duidelijk bleek in de veenambachten en in Sloten. Hierdoor riep de ene polder de andere op. De stichting van de Herenwegse Polder illustreerde heel goed hoe het grondgebruik en de economische waarde van de percelen door aangrenzende bepolderingen in het gedrang kwamen. De ingelanden wilden dit niet zomaar laten gebeuren en zoals de financiële gegevens duidelijk aantoonde, investeerden ze fors om het land te kunnen blijven gebruiken. Dezelfde motivering gaat op voor droogmakerijen uit de zeventiende eeuw, temeer wanneer het in feite om veendroogmakerijen ging. In het geval van de Wassenaaarse Polder en de Driemanspolder was het totaal uitgeveende land van relatief weinig waarde geworden. Zolang de economie bleef groeien was een droogmaking om het agrarische grondgebruik te herstellen dan ook een logische en economische rationele stap.

¹ Van Tielhof en Van Dam, *Waterstaat in stedenland*, 307-321. Vergelijkbare interpretaties zijn er ook voor andere regio's en tijden. Zie bijvoorbeeld: Soens, *Waterbeheer in een veranderende samenleving*; Van Cruyningen, 'Waterbeheer, landbouw en samenleving'; Van Dam, 'De nieuwe waterstaatsgeschiedenis'.

² Soens, *Waterbeheer in een veranderende samenleving*, 520-557; Van Tielhof en Van Dam, *Waterstaat in stedenland*, 307-310.

³ Van Bavel en Van Zanden, 'The Jump-start of the Holland Economy'.

In de achttiende eeuw gold veranderend grondgebruik nog steeds als een belangrijk motief om in de waterhuishouding in te grijpen: de droogmaking van de Vierambachtspolder werd ondernomen met het oog op een herstel van de landbouwgrond. De turfwinning had op korte termijn bestaanszekerheid geboden, maar op langere termijn het land uitgeput en tot veel minder rendabel water omgevormd. Om tot het herstel van de agrarische activiteiten te kunnen overgaan, moest wel een reorganisatie van de infrastructuur plaatsvinden en was het noodzakelijk in techniek te investeren want de oude techniek liet niet toe om het nieuwe grondgebruik te kunnen realiseren. Dat zich in die tijd ook een eigendomsconcentratie en de vorming van steeds grotere boerenbedrijven voordeed, kan alleen maar aan de radicale aanpak en aan de bijbehorende waterstaatkundige schaalvergroting bijgedragen hebben.

Wordt het gewenste grondgebruik als criterium genomen om het 'succes' van de waterstaatstechniek aan af te lezen, dan moet op lange termijn tot een gunstig oordeel worden besloten. In de drieënhalve eeuw die het onderzoek bestreek, is het steeds mogelijk geweest het economisch rationele grondgebruik te realiseren en/of te handhaven. Lang niet altijd was daarvoor de introductie van nieuwe techniek nodig; in sommige gevallen reageerden polderbesturen door het gebruik ervan te veranderen en dit bleek ook voldoende te zijn. Dergelijke verschuivingen leidden soms tot conflicten zoals de invoering van winterbemaling in de Papenwegse Polder aantoonde, maar uiteindelijk vond de verandering in het grondgebruik ook daar vanuit technisch standpunt probleemloos plaats.

Hoewel het grondgebruik op lange termijn als de belangrijkste motor achter waterstaattechnische ingrepen beschouwd kan worden, is de verklarende reikwijdte ervan beperkt. Veranderend grondgebruik verklaart slechts waarom ingegrepen werd, maar niet waarom bepaalde technieken wel en andere niet toegepast zijn. Waarom kwamen er bijvoorbeeld in de Sloterbinnenpolder overhalen en in de veenpolders verlaten, hoewel het in beide gevallen om hetzelfde technische probleem ging? Heel andere mechanismen speelden op dit punt een rol omdat de lokale waterstaat zich in een krachtenveld van verschillende, veelal tegengestelde belangen bevond. In principe genoten polderbesturen een erg grote keuzevrijheid om daar mee om te gaan. Hoe die vrijheid ingevuld werd en door welke factoren ze gestuurd en beperkt werd, is in het onderzoek uitgebreid aan bod gekomen. In wezen werd ze sterk beïnvloed door het grondeigendom, landschappelijke ontwikkelingen die vervolgens ook doorwerkten op het grondbezit, meer economische variabelen als pachtprizen en waterstaatskosten, en tot slot de rol die andere actoren speelden. De belangrijkste conclusies op dat terrein worden hier bondig aangehaald.

Binnen de polderkaden heeft het grondeigendom een doorslaggevende rol gespeeld, in de eerste plaats omdat het vrijwel steeds de bestuurlijke verhoudingen bepaalde. Gebleken is immers dat polder- of molenmeesters in feite gezien kunnen worden als representanten van de economische elite binnen de polderkade. De betekenis van de overige ingelanden in de besluitvorming was beperkt, ook in de achttiende en negentiende eeuw, perioden waar democratische idealen in de maatschappij steeds meer weerklank vonden. Toch ligt de betekenis van het grondbezit voor technische ontwikkelingen vooral op het vlak van de netwerken waarvan polderbesturen gebruik konden maken. Het zuiver institutionele aspect raakt daardoor op de achtergrond ten voordele van de impact van sociale netwerken. Een vaststelling die deze conclusie illustreert, is dat in polders waarin een groot deel van de eigenaren een niet-rurale achtergrond hadden, de keuzemogelijkheden rond techniek altijd veel groter bleken. Het netwerk rond Van Baerle, de inbreng van figuren uit Leiden als

stadsbouwmeester 's Gravesant of Van Leeuwen, de keuzes rond de opvoerwerktuigen in de Vierambachtspolder en de inzet van Amsterdamse landmeters in Sloten, benadrukken steeds weer het belang van netwerken die op grondbezit terug te voeren zijn.

Anderzijds werd de aangetoonde keuzevrijheid beperkt door verschillende factoren. Het is dus niet zo dat een kleine groep van grootgrondbezitters de lokale waterstaat volkomen naar eigen goedgevoelen kon vormgeven. In de eerste plaats bleven landschappelijke factoren een belangrijke rol spelen omdat ze elke polder voor heel specifieke, technische uitdagingen plaatste. In sommige gevallen ging het om zuiver natuurlijke fenomenen zoals het gevaar van het Grote Haarlemmermeer voor de Lisserpoelpolder of de verschillende diepten van uitgeveende polders die op de geologische gesteldheid terug te voeren waren. Door deze 'onafhankelijke' en op lokaal niveau niet beïnvloedbare factoren kwam soms ook het beoogde grondgebruik in gevaar. Dit geldt eigenlijk alleen voor droogmakerijen waar de nieuwe gronden, eens drooggemaakt, niet zo vruchtbaar bleken als gedacht of de inklinking nog enige decennia voor lokale problemen zorgde. Veelal echter hingen natuurlijke factoren sterk samen met menselijke activiteiten. De uitbreiding van het Haarlemmermeer is daar een treffende illustratie van. Ook de differentiële inklinking werd sterk bepaald door de mens: de maaiveldafval versnelde immers bij een verbeterde ontwatering en vervening. De landschappelijke antwoorden op deze impulsen vormden op hun beurt weer een uitdaging om een bepaalde landschapsinrichting of grondgebruik te realiseren. De betekenis van het landschap voor de waterstaat mag overigens niet als determinerend beschouwd worden. Zonder meer stelde het landschap of de bodemgesteldheid de mens voor problemen en uitdagingen, maar uiteindelijk bleef het hem wel toekomen de afweging te maken om zus of zo te reageren. Ook in veengebieden was het 'verstenen' van molens technisch gezien een haalbare optie om de geldverslindende houtprijzen te omzeilen, maar door de venige ondergrond zouden de kosten zo oplopen dat het bestuur van de Vierambachtspolder die oplossing te duur vond.

Naast die directe invloed had het landschap ook een indirecte impact die via het grondbezit tot stand kwam. Op het ritme van de algemene economische conjunctuur hebben zich verschuivingen voorgedaan in de patronen van het grondbezit. Dat die niet overal dezelfde waren, hing nauw samen met de investeringspreferenties van de verschillende sociale groepen. In het bijzonder de aanwezigheid van stedelijke grondbezitters bleek 'landschapsgevoelig'; zij kochten erg gericht land aan en kwamen lang niet overal voor. Vooral in de zestiende en zeventiende eeuw begonnen in voor stedelingen lucratieve polders zoals droogmakerijen (de Lisserpoelpolder) of dicht bij de stad gelegen landbouwgebied (de Sloterbinnenpolder), nieuwe sociale groepen hun intrede te doen en langzamerhand vervangen ze oudere groepen. Naarmate stedelingen sterker aanwezig waren, nam voor polderbesturen ook de mogelijkheid toe om op andere netwerken een beroep te doen. Een duidelijk voorbeeld deed zich voor in de Sloterbinnenpolder waar in de zestiende eeuw de plattelandsbevolking nog de grootste inbreng had, maar geleidelijk aan Amsterdammers de touwtjes in handen begonnen te nemen. Het omgekeerde kon echter ook gebeuren: in de Lisserpoelpolder begonnen stedelingen die er van oudsher de dominante groep waren, zich in de achttiende eeuw terug te trekken, met duidelijke gevolgen op alle vlakken, ook op het technische. In tegenstelling tot de andere casussen nam in die polder ook de verschriftelijking van de administratie eerder af dan toe. Verder werd de band met innovatieve kringen steeds

losser met het gevolg dat de Lisserpoelpolder tegen 1800 in menig opzicht weinig meer verschilde van omringende polders op 'oud' land.

De marges voor technische ontwikkeling in polders hingen eveneens af van de hoogte van de pachtprizen en de kosten van de waterstaat. In de meeste perioden bleef de waterstaatstechniek betaalbaar, ook al was ze relatief duur. Van structurele betekenis voor technische ontwikkelingen waren de financiële verhoudingen enkel in de achttiende eeuw toen de investeringsmarges sterk slonken. De oorzaken daarvan waren tweevoudig: enerzijds het gekende patroon van stijgende lasten en dalende landinkomsten waarmee de waterstaat gefinancierd werd en anderzijds de stijgende houtprijzen die vooral na 1750 opspeelden. Het is niet altijd duidelijk gebleken hoe polders hierop in hun financieel beleid reageerden; slechts voor de Sloterbinnenpolder en de Lisserpoelpolder kon vastgesteld worden dat perioden elkaar afwisselden waarin verschillende jaren na elkaar een te lage of een te hoge polderomslag geïnd werd. In dat verband is van onder- en overfinanciering gewag gemaakt. Toch ligt de betekenis van de financiële marges elders. Waar mogelijk verving men hout door steen. Indien bestuurders die optie onmogelijk of onwenselijk achtten, zat er voor hen weinig anders op dan de arbeidsrelaties te herzien om op die manier prijzen en lonen zo stabiel mogelijk te houden. In de negentiende eeuw nam de betaalbaarheid van de bestaande infrastructuur weer toe en dat betekende, zeker wanneer men van mening was dat de bestaande techniek voldeed, geen stimulans om te innoveren, ook niet wanneer er wel alternatieven verschenen. Dit bleek bijvoorbeeld uit de discussies over de invoering van de stoommachine in de Vierambachtspolder. Toch hielden polderbesturen ook in 'goede tijden' wel degelijk rekening met de financiële aspecten van de waterstaat. Dit kwam zeker tot uiting in korte, kapitaalintensieve projecten als droogmakerijen waar vrijwel steeds naar innovatieve en kostenbesparende technieken werd gezocht.

Behalve door landschappelijke en economische factoren werd de bewegingsruimte van de lokale waterschappen ook beperkt door andere tegenspelers die in meer of mindere mate hun stempel op de lokale waterstaatstechniek drukten. In de eerste plaats was daar Rijnland, het hoogheemraadschap dat zich vooral in de achttiende eeuw ten opzichte van de polders ging profileren. In de zestiende en zeventiende eeuw stelde het hoogheemraadschap ondanks zijn vergunningsrecht en zijn rechterlijke macht niet veel voor als het om bemoeienis met techniek in de polders ging. Slechts na 1700, toen ook een uitstekend opgeleide technische staf was gevormd en de beteugeling van het Grote Haarlemmermeer binnen handbereik was, nam de betekenis van het regionale waterschap toe en greep het in. Maar het optreden bleek erg selectief, zowel geografisch als technisch: het ging enkel om dijkbouw in polders in de onmiddellijke nabijheid van het meer. Dankzij opnieuw het belang van netwerken kon het hoogheemraadschap wel eveneens als kennisleverancier voor polderbesturen fungeren.

Andere tegenspelers hadden heel verschillende achtergronden en de wijze waarop problemen tussen polderbesturen en andere belangengroepen opgelost raakten, hing sterk van lokale factoren af. Soms speelden problemen tussen ambachten een grote rol voor de lokale waterstaat, zoals in het geval van de polders op de grens van Wassenaar en Voorschoten. In andere gevallen wisten ambachtsbestuurders een *modus vivendi* te vinden, zoals de veenpolders aantoonde. In uitzonderlijke omstandigheden hadden polderbesturen in belangenconflicten geen actief maar een passief aandeel. In het geval van de Sloterbinnenpolder – bij uitbreiding geldt dit overigens voor alle Slotense polders – stak het oude conflict tussen Amsterdam en het hoogheemraadschap opnieuw de kop op. In feite

werden de discussies daar boven de hoofden van de lokale waterschapsbesturen gevoerd en konden die weinig anders doen dan het resultaat van de discussie af te wachten, een discussie waarin zoals is gebleken, de belangen van de polders lang niet altijd centraal stonden.

Een belangrijke conclusie is ook dat binnen dit brede verklaringsmodel aan de 'wetenschappelijke cultuur' geen grote betekenis toegekend kan worden. In de eerste plaats waren de soort kennis en de resultaten die allerlei deskundigen bereikten onvoldoende om met succes radicale technische innovaties tot stand te kunnen brengen. Ten tweede betrof het tot het midden van de achttiende eeuw steeds specifieke projecten waarbij er bovendien geen sprake was van een accumulatieproces: ook in dat opzicht stond elk initiatief op zichzelf. Dat gold zowel voor Stevin, Van Baerle als Hudde. Pas rond 1750 kwam er langzaam een vruchtbaarder klimaat door een zekere institutionalisering van het natuurwetenschappelijke onderzoek dat ook aan waterstaatstechniek aandacht schonk. Toch veranderde die – zoals de experimenten in Hazerswoude aantoonde – niet veel aan de aard van de nieuwe kennis. Die bleef ontoereikend voor verdere technische ontwikkelingen.

Dat neemt niet weg dat binnen de polderkaden andere culturele factoren wel van belang waren. Geleidelijk sijpelde een bestuurscultuur door die mede onder druk van de slinkende financiële marges verder werd gestimuleerd: de betere archiefvorming, het uitgebreider notuleren en de steeds duidelijker schriftelijke verantwoording van ambachtslieden zijn slechts enkele voorbeelden van administratieve innovaties. In feite had het idee van de meetbaarheid dat in de achttiende eeuw sterk opgang maakte en bij sommigen in het hoogheemraadschap was doorgedrongen,⁴ ook enigszins een weerslag op het poldergebeuren. Dat dit niet overal in dezelfde mate voorkwam moet niet alleen aan de intensiteit van de financiële en technische uitdagingen geweten worden, maar kan deels opnieuw aan de sociale achtergrond van bestuurders toegeschreven worden en meer specifiek aan stedelijke invloeden. Illustratief daarvoor is de geleidelijke 'nivellering' van de bestuurlijke verschillen tussen de Lisserpoel en de omringende polders. Overigens kunnen deze bestuurlijke ontwikkelingen wel meer gezien worden als randvariabelen die de technische ontwikkelingen begeleidden eerder dan ze te sturen.

Al deze factoren dragen bij aan de verklaring van de ontwikkelingen in de waterstaatstechniek. De techniek was er in feite om economische belangen te dienen en stond dan ook in functie van andere doelen dan zichzelf. Het gegeven dat ze daarom zelf enigszins als 'volgvariabele' beschouwd kan worden, doet geen afbreuk aan haar essentiële karakter voor de ingrijpende transformatie van het vroegmoderne platteland.

3. Waterstaat en techniekgeschiedenis

Met het onderzoek hebben we ook een antwoord willen vinden op de vraag welke plaats waterstaatstechniek in de vroegmoderne techniekgeschiedenis van Nederland toekwam. In het tweede hoofdstuk is de vergelijking tussen waterstaatstechnieken en andere technische

⁴ Ondanks het feit dat Haarlemse hoogheemraden lang gekant bleven tegen statistische gegevens, verrichtte het Rijnlandse personeel al vanaf het begin van de achttiende eeuw allerlei metingen: Jeurgens, 'Statistics as an instrument', 303-306. Over de professionalisering en de rol van functionarissen in het Haarlemmerkwartier: Dolfing, 'Commissarissen hoogheemraden'.

domeinen, meer bepaald scheepsbouw en navigatietechnieken, al aan bod gekomen. Maken we deze vergelijking opnieuw, met de bevindingen en resultaten van het onderzoek erbij, dan blijken enkele markante vaststellingen.

Reeds een oppervlakkige benadering zoals de periodisering waarin technische ontwikkeling kan worden ingedeeld, is tekenend voor de verschillen. In tegenstelling tot de scheepsbouw en navigatie waar de standaardisatie vanaf de zeventiende eeuw geïnterpreteerd wordt als minder innovatief, geldt deze karakterisering niet voor de waterstaat. Juist in de periode 1650-1730 waren duidelijke innovaties aantoonbaar, zoals in de kade- of dijkbouw. Ook met betrekking tot molen- en sluisbouw bleken innovaties aanwezig te zijn, in die zin dat bestekken werden opgemaakt, die bovendien steeds nauwkeuriger en uitgebreidere omschrijvingen gingen bevatten. Bij grote projecten als droogmakerijen bleek ook altijd een innovatieve geest te heersen. Anderzijds mag met betrekking tot techniek in de polder zeker geen al te uniform beeld worden opgehangen. Hoewel gesteld kan worden dat overal een zekere trend tot innovatie aanwezig bleek, mag de specifieke eigenheid van elke casus op dit punt niet miskend blijven. Structuren en ontwikkelingen bleken dezelfde te zijn, de specifieke invulling voor wat fasering en intensiteit ervan betreft, was allerm minst uniform. Dit wordt bijvoorbeeld geïllustreerd door het gegeven dat overal polders tegen circa 1660 hun definitieve vorm kregen. Die bleven de zeven decennia daarop vrijwel volledig intact en behalve een (de Vierambachtspolder) eigenlijk zelfs tot in de twintigste eeuw. Maar binnen die stabiele vormgeving volgde elke polder een heel eigen traject, zoals bleek uit de kadebouw waarbij in de ene polder het tempo van de innovatie veel hoger lag dan in de andere. In feite leverde deze studie een zeer gedifferentieerd beeld op waar ondanks enkele gemeenschappelijkheden toch vooral een sterke lokale invulling opviel. Slotsom is wel dat wanneer men alle aspecten van technische ontwikkeling in ogenschouw neemt, de traditionele golfbeweging van innovatie in de zestiende, vroege zeventiende en negentiende eeuw met daartussen een periode van stagnatie⁵ voor de waterstaat helemaal niet lijkt op te gaan.

Waarom deed zich nu in de waterstaat deze veel geleidelijker, meer gedifferentieerde en minder 'golvende' beweging voor? Welke kenmerken vertoonde de waterstaatswereld in vergelijking met andere techniekontwikkelingen? De verklaring kan herleid worden tot drie factoren: institutionele verschillen, de mate waarin techniek een brede maatschappelijke inplanting kent en enkele intrinsieke waterstaattechnische kenmerken.

Op het vlak van institutionele implicaties voor technische ontwikkeling blijkt centralisering in de besluitvorming een cruciale rol te spelen. In feite kunnen in de scheepsbouw en navigatietechnieken twee modellen van de relatie tussen centralisering en techniek onderkend worden.⁶ In het geval van de scheepsbouw waren voor de innovaties in de vijftiende en zestiende eeuw twee belangrijke factoren van tel: een aanhoudende groei van de vraag en de specifieke productieorganisatie. Die laatste hield in dat de producenten relatief gedecentraliseerd per stad in gilden verenigd waren. De rol van gilden lag vooral in

⁵ Dergelijke opvattingen zijn te vinden in de oudere economische literatuur. Zie de aangehaalde publicaties in Davids, 'De technische ontwikkeling van Nederland', 12, noot 5. Ook in recentere literatuur klinkt de echo van die visie nog door: Van Zanden en Van Riel, *Nederland 1780-1914*, 43.

⁶ Dit verklaringsmodel en de toepassing ervan op deze twee domeinen is te vinden in: Davids, 'De technische ontwikkeling', 24-25.

hun bemoeienis met de opleiding van leerlingen en het feit dat ze als een forum voor kennisuitwisseling functioneerden. Vervolgens trad in die organisatie een belangrijke verschuiving op. Binnen de gilden kon immers een kleine groep ondernemers een sterke greep op het gebeuren krijgen waardoor de centralisatie, zeker in de achttiende eeuw, sterk toenam. Parallel daaraan nam ook de regelgeving toe, en dit op alle terreinen. Het gevolg was een daling van het vernieuwingstempo.⁷ In de navigatietechnieken deden zich gelijkaardige processen voor: de centralisatie vond plaats door de introductie van allerlei examens en reglementen waardoor de Indische compagnieën en de admiraliteiten de keuzevrijheid voor de toepassing van technieken beperkten. Door de stimulerende positie van verschillende sleutelfiguren binnen die centralisatie zette het vernieuwingsproces zich in de achttiende eeuw wel door. In feite kwam centralisatie daardoor neer op méér innovatie.⁸

Dat dergelijke mechanismen in de waterstaatswereld geen gelijkaardige effecten hebben kunnen bewerkstelligen, mag duidelijk zijn. Aan de basis van die onmogelijkheid ligt eerst en vooral de institutionele organisatie van de waterstaat zelf, die zich in het geheel niet laat vergelijken met de organisatiestructuur uit de wereld van scheepsbouw en navigatie. Immers, de besluitvorming met betrekking tot de lokale waterstaat vond volkomen gedecentraliseerd plaats: tot in de negentiende eeuw was er vrijwel geen sturing van bovenaf. Overkoepelende organisaties zoals de hoogheemraadschappen speelden geen rol van betekenis als het ging om techniek in de polders. Zij hebben dan ook niet op gelijkaardige wijze als in de andere domeinen de keuzevrijheid van de vele honderden waterschappen ingeperkt.

Men kan zelfs stellen dat zich in de waterstaat het omgekeerde voordeed. Waar technische veranderingen 'op zee' voortkwamen uit organisatorische centralisatieprocessen, ontsproten centraliserende tendensen in de waterstaat uit technische problemen.⁹ Hierbij moet dan in de eerste plaats gedacht worden aan de verwickelingen rond de rivierenproblematiek,¹⁰ maar vergelijkbare mechanismen waren ook binnen Rijnland werkzaam waar vooral de beheersing van het Haarlemmermeer leidde tot een belangrijker rol van de technische staf van het hoogheemraadschap. Bovendien was in vergelijking met het zeewezen niet alleen de oorzaak van de centralisatie ongelijk, ook de oorsprong van de dynamiek vertoonde verschillen. In de waterstaat begon die namelijk 'van onderop'. Niet helemaal onderaan evenwel – dat zou bij de polder zijn – maar bij de leden van organisaties als de wetenschappelijke genootschappen of Rijnland die erin slaagden een hoger aggregatieniveau te vormen, dat het fundament zou blijken waarop zich Rijkswaterstaat institutioneel kon verankeren.

De bijzondere karakteristieken van deze ontwikkelingen in de waterstaat hebben weinig belangrijke consequenties gehad. In de eerste plaats hadden die ontwikkelingen niet tot gevolg dat er voor polders meer regulering of een strakkere hiërarchie kwam. Gebleken is dat slechts een gedeeltelijke *feedback* van die centraliserende tendensen heeft bestaan. Het Rijnlandse optreden rond het Haarlemmermeer kan bovendien bezwaarlijk gezien worden als een echte institutionele centralisatie omdat het hoogheemraadschap in feite van bestaande bevoegdheden en procedures gebruikmaakte. Er vormde zich dus geen 'macroniveau'.

⁷ Unger, *Dutch Shipbuilding before 1800*, 83-108.

⁸ Davids, *Zeewezen en wetenschap*, 296-310.

⁹ Dit geldt ook voor ontwikkelingen in de polders zelf, zoals bleek uit de achtergrond van het instellen van opzienersfuncties aan het eind van de achttiende eeuw.

¹⁰ Zie onder meer: Van de Ven, *Aan de wieg van Rijkswaterstaat*.

Nieuw was wel dat Rijnland voortaan over concrete doelstellingen bleek te beschikken die naar de betreffende polders toe werden uitgevoerd. Omdat van institutionele hervormingen geen sprake was, kan dan ook beter van een vorm van beleidsmatige centralisatie gesproken worden. In dit onderzoek bleek vooral het Haarlemmermeer een dergelijke interactie tussen het lokale en regionale waterschap tot gevolg te hebben. Men kan zich gemakkelijk inbeelden dat in andere polders gelijkaardige fenomenen bij benadering dezelfde gevolgen had. Dat Bolstra's declaraties voor activiteiten in polders ook sloegen op lokale waterschappen die aan de landscheiding grensden, is een eerste indicatie dat ook daar een grotere interactie tussen Rijnland en de polderbesturen aanwezig geweest zou kunnen zijn. Het ingrijpen van andere overheden als Rijkswaterstaat in de negentiende eeuw bleek eveneens erg selectief te zijn: men greep enkel in waar het nodig geacht werd, waar er belangen of prestige op het spel stonden. De beheersing van de bovenrivieren en de droogmaking van het Haarlemmermeer zijn slechts enkele voorbeelden daarvan. De laatste plaats waar dergelijke organisaties belangen en prestige konden vinden, was de Rijnlandse polder, die hierdoor ongestoord in eigen beheer kon voortboeren.

Ook voor de gespecialiseerde molenmakers die zich vanaf de late zeventiende en zeer duidelijk in de achttiende eeuw profileerden en een opmerkelijke rol speelden in de verspreiding van innovaties, bestond bijvoorbeeld in de scheepsbouw geen tegenhanger. In de eerste plaats omdat ze niet in gilden georganiseerd waren en dus in de waterstaatswereld volkomen vrij konden opereren. Anderzijds konden ze zelf geen rol spelen in de besluitvorming. Er ontstond dus in tegenstelling tot bij de navigatietechniek geen 'technische gemeenschap' die binnen de grote organisatiestructuren over voldoende invloed beschikte om een stempel op de technische ontwikkeling te drukken. Desondanks waren molenmakers wel cruciaal voor de innovaties in de achttiende eeuw: de afwezigheid van gilden maakte dus niet zoveel uit. Samengevat kan men stellen dat de besluitvorming en de keuzevrijheid op lokaal vlak ondanks wijzigingen op het hogere niveau onverminderd intact bleven.

In samenhang met deze onaangetaste, gedecentraliseerde structuren moet de tweede verklaringsfactor gezien worden. De sterkere doorwerking van maatschappelijke factoren is onder meer te herleiden tot kleinschaligheid van de bestuurskaders die de impact van specifieke, lokale (sociale en economische) verhoudingen geen duimbreed in de weg legden.¹¹ Op welke wijze dat gebeurde, is reeds in de vorige paragraaf uiteengezet. Een ander verschil met de scheepsbouw of de navigatietechniek betreft het open karakter van die maatschappelijke reikwijdte. Het onderscheid met de genoemde technische domeinen ligt met name in het volgende: terwijl in de schoot van gilden of gelijksoortige colleges de bestuursmacht 'monopolistische' trekjes vertoonde en het aantal betrokkenen en belanghebbenden relatief beperkt bleef, lag dat in de waterstaat duidelijk anders. Veel sneller kwamen polderbelangen in botsing met de belangen van anderen, ook al hadden die soms geen waterstaatkundige achtergronden. De problemen in Wassenaar en Voorschoten zijn in dat verband gemakkelijke voorbeelden.

De vraag is nu welke betekenis deze verschillen voor de waterstaatstechniek zelf hadden. Wanneer zich belangenconflicten voordeden, kunnen zich in feite drie scenario's voordoen. In het eerste geval had de beslechting van het conflict directe consequenties voor de techniek:

¹¹ Veel auteurs beklemtonen daarom de flexibiliteit van de lokale waterschappen: bijvoorbeeld Kaijser, 'System Building from Below', 546.

een van de partijen bond in ten voordele van de andere en een bepaalde techniek werd gebruikt. Als voorbeeld kunnen de introductie van overhalen in de Sloterbinnenpolder of de verlaten in de Herenwegse Polder gelden. In een tweede scenario werd het probleem niet opgelost door technische veranderingen, maar door compromissen rond het gebruik of de organisatie te bereiken. De overeenkomst tussen de Herenwegse Polder en veenlieden aangaande het gebruik van het Grote Verlaat of het akkoord uit 1719 tussen Wassenaar en Voorschoten behoren tot die categorie. Het derde en het *worstcasescenario* houdt in dat geen veranderingen plaatsvonden, tenzij de maatschappelijke verhoudingen of belangen zelf wijzigden zodat het probleem als het ware ‘verdampte’ of oplosbaar werd. Dit bleek uit de geschiedenis van de watergalgen van de Lisserpoelpolder en de verhoefslaagde wegen in Sloten.

Op het eerste gezicht suggereren de vele conflicten en de wijze waarop ze afgehandeld werden een grillig oplossingsvermogen van de vroegmoderne samenleving: in het ene geval konden ze vreedzaam opgelost worden, in het andere voerde men een decennialang welles-nietes-spel op. Toch blijkt een zekere constante te dagen wanneer de achtergrond van de strijdende partijen in acht genomen wordt. Met name hebben heel wat conflicten sociale aspecten en hoe groter de sociale kloof, des te moeilijker het blijkt te zijn geweest om een duurzame oplossing voor het conflict te vinden. In die zin is het typerend dat in de zeventiende-eeuwse veenambachten steeds weer een oplossing gevonden werd, terwijl Wassenaar en Voorschoten elkaar voor – in waterstaatkundig perspectief althans – ‘futiele’ problemen in de haren vlogen. Ook in de Lisserpoel hebben de regenten zich erg druk gemaakt over de burens in Lisse, evenals de Leidse ambachtsbestuurders over hun Hazerwoudse collega’s in 1763. De sociale homogeniteit in de polder en zijn omgeving was tot circa 1750 soms erg ver zoek. De hoogheemraden stelden bij al deze problemen als rechters weinig voor, ook omdat ze nogal vaak partij kozen voor hun standgenoten en geen duurzame oplossing teweegbrachten. Pas na 1750, met een vermindering van het stedelijke landbezit, trad meer homogeniteit op en ebden dergelijke sociale spanningen weg.¹² Niet zozeer dat stedelijke grondbezit zelf was een blokkade voor innovatie; stedelingen bleken immers veelal innovatief. Wel is het zo dat de tegenstellingen zó sterk konden worden dat de patstelling een onoverkomelijke barrière voor innovatie werd. In die zin heeft de sociale geschiedenis de technische ontwikkeling gestuurd op een wijze die in geoliede instellingen als gilden niet mogelijk was. Een dergelijke component behoeft evenzeer een plaats in de waterstaattechnische geschiedenis te hebben, al blijft die wel ondergeschikt aan de in de vorige paragraaf aangehaalde mechanismen, die een meer structurele verklaring van de techniek op lange termijn in petto hebben.

Met de voorgaande elementen werden vooral maatschappelijke verklaringsfactoren besproken. Er waren echter ook factoren die inherent zijn aan de waterstaat zelf. Dat de eigenheid van de waterstaat, namelijk haar landschappelijke verbondenheid, eveneens een duidelijk stempel kan hebben gedrukt, is evident. Landschappelijke veranderingen in interactie met economische ontwikkelingen bepaalden nu eenmaal in grote mate het tempo en de intensiteit waarmee technisch ingrijpen op een plaats noodzakelijk werd, of het nu om maaiveld dalend, dan wel boezempeilstijging ging. De stijging van het boezempeil na 1650

¹² Andere spanningen namen dan weer toe, zoals uit de analyse van molenaars bleek, maar die konden bezwaarlijk een succesvol georganiseerde belangengroep genoemd worden.

daagde uit tot verdere technische innovaties in de kadebouw, te meer omdat deze problematiek in ernst toenam door de gevolgen van abandonneringen en hoefslagperikelen. Ook de vernatting van het landschap vroeg steeds meer om allerlei technische ingrepen; nu eens in de vorm van poldercombinaties, dan weer door intenser gebruik te maken van molens. Maar een landschappelijke uitdaging werd zeker niet altijd met een technische respons beantwoord. Reden daarvoor is opnieuw de gebrekkige centralisatie of meer algemeen een 'bestuurlijk onvermogen'. Zolang de problemen van lokale aard waren, konden binnen de polderkaden de nodige aanpassingen worden doorgevoerd. Betrof het problemen die de regionale, Rijnlandse waterstaat raakten, dan was dit in feite een bevoegdheid van het hoogheemraadschap. Hoewel Milja van Tielhof en Petra van Dam stellen dat met de keur van 1652 Rijnlands toezicht op de polderbesturen veel intensiever werd, houdt dit niet in dat het hoogheemraadschap een grote, bepalende factor werd voor technische ontwikkelingen in de polder.¹³ Met de vele vergunningen en resoluties die bestaande situaties bevestigden of in een op lokaal vlak overeengekomen consensus of beslissing toestemden, speelde Rijnland een eerder passieve rol. Een actieve bijdrage in de oplossing van lokale problemen nam het regionale waterschap niet op zich. Het beperkte er zich toe, toe te zien dat lokale ontwikkelingen de regionale waterhuishouding niet in het gedrang brachten.

De grootste landschappelijke uitdaging waar lokaal en regionaal niveau elkaar raakten, was zonder twijfel de uitbreiding van het Haarlemmermeer. Zoals hoger betoogd kon Rijnland in situaties als octrooiverleningen voor droogmakerijen via bestaande procedures ingrijpen, maar in polders of ambachten waar zich zulke gelegenheden niet voordeden, was het hoogheemraadschap minder succesvol. In feite ontstond er een soort institutionele schemerzone waarbij naar de regel lokale werken een regionale functie gingen vervullen, zoals de Slotense wegen aantoonde. Het gevolg was dat innovatie veelal uitbleef. Juist hier had een transparante organisatiestructuur innovatie kunnen bewerkstelligen. Homogene bevoegdheidspakketten en in zekere mate ook een centralisering¹⁴ hadden daartoe gunstiger voorwaarden kunnen scheppen. De betekenis van centralisering zou hier dan net zoals in het geval van de navigatie juist in het voordeel van innovatie hebben gewerkt. Het tekort aan een strakke organisatiestructuur en aan centralisering was echter een oorzaak voor het niet oplossen van landschappelijke problemen met een regionale omvang.

Een ander duidelijk verschil met de overige vroegmoderne technieken, naast de mate van centralisatie en de landschappelijke inbedding, betreft het verschil tussen ontwikkelingen op de korte en op de lange termijn. In een kort tijdsbestek vonden vaak grote ingrepen plaats die gevolgd werden door langere perioden waarin slechts kleine aanpassingen gebeurden. In wezen geldt een dergelijk patroon van grote en kleine innovaties natuurlijk niet enkel voor de waterstaat. Toch kent het ritme van de opeenvolging van grote en kleine aanpassingen in de waterstaatstechniek een eigen dynamiek. Terwijl op scheepswerven bijvoorbeeld ononderbroken gebouwd werd en in principe steeds de mogelijkheid tot allerlei innovaties aanwezig was, was dat in de polder veel minder het geval. Er moest niet alleen een sterke impuls zijn (bijvoorbeeld in het geval van een droogmaking), bovendien was een grote, radicale innovatie in de waterstaat in veel gevallen pas mogelijk als zich als het ware de

¹³ Van Tielhof en Van Dam, *Waterstaat in stedenland*, 209. Zie ook verder: noot 18.

¹⁴ Bijvoorbeeld een stroomlijning van de interne organisatie in Rijnland die interstedelijke spanningen die in de achttiende eeuw nog steeds doorwerkten, naar de achtergrond had kunnen doen verdwijnen.

gelegenheid aandiende. Rampspoed is in dit geval een klassieke *trigger* om in de waterstaat grootschalige en/of dure innovaties door te voeren, of het nu gaat om overstromingen of omvergewaaide of afgebrande molens. Veel waterstaatstechnieken kennen in feite een intrinsieke duurzaamheid en continuïteit waardoor die technieken slechts op zulke momenten veranderd konden worden. Het moment waarop in polders innovatie kon plaatsvinden, was dan ook erg verschillend met het gevolg dat het verspreidingspatroon erg gedifferentieerd werd. In die zin kan de schaalvergroting¹⁵ die in de vorm van droogmakerijen plaatsvond niet zomaar veralgemeend worden. Ongetwijfeld was er wel vanaf de achttiende eeuw een landbouwerselite ontstaan die voor een grootschaliger aanpak te vinden was, maar die ook doorvoeren was slechts beperkt mogelijk. Niet overal leenden de lokale omstandigheden zich tot waterstaatkundige schaalvergroting waardoor niet zonder problemen van ‘dé schaalvergroting’ gewag kan worden gemaakt.

Ondanks de verschillen vertoont de waterstaattechnische ontwikkeling ook wel gemeenschappelijkheden met andere domeinen. Die zijn voornamelijk in de meer ‘culturele’ sfeer te situeren. Zo zijn er overduidelijke parallellen te trekken wanneer het gaat om de opkomst van nieuwe technische gemeenschappen en de wijze waarop ze steeds meer aan belang wonnen wanneer het ging om innovatie. Traditioneel waren in de waterstaat de ‘natte aannemers’ en ‘dijkbazen’ de belangrijkste wanneer het het uitdragen van innovaties betrof. Hoewel bij meer wetenschappelijk onderlegde figuren wel steeds weer de interesse voor de waterstaat(stechiek) is gebleken, speelden zij lange tijd een weinig belangrijke rol, zeker tot in de zeventiende eeuw. Vanaf ongeveer 1730 kwam hierin verandering. Juist in de waterstaat tekende zich hoe langer hoe meer een levendig debat af, waaraan een zeer breed publiek deelnam; een publiek dat ook op de andere techniekdomeinen manifest aanwezig was. In de vele veendroogmakerijen die door innovatiegerichte rurale en stedelijke elites georganiseerd werden, moeten zij als het ware een afzetmarkt gevonden hebben. Hierbij komt ook dat de brede laag van timmerlieden of natte aannemers over voldoende mogelijkheden beschikte om aan die ontwikkelingen deel te nemen. Maar de vrijheid die heerste, was tegelijk ook een zwakte omdat de verspreiding en toepassing van experimenten en innovaties, zeker wanneer het over dure, grootschalige of onzekere innovaties ging, opnieuw afhankelijk was van initiatieven van polderbesturen.

Samenvattend kan de waterstaatstechniek binnen de vroegmoderne techniekgeschiedenis een eigen plaats toegekend worden. De vergelijking met scheepsbouw en navigatietechnieken toonde aan dat in de relatie tussen technische ontwikkelingen en de institutionele organisatie andere patronen aanwezig waren. Daarbij was een van de voornaamste kenmerken de afwezigheid van enige structurele sturing van bovenaf. Ook het tempo en de schaal van de waterstaatstechniek verschilden. Beide aspecten kunnen gezien worden als een gevolg van het feit dat de waterstaat veel sterker ‘omgevingsgestuurd’ was: de onlosmakelijke verbondenheid met landschappelijke factoren woog zwaar door.

¹⁵ Zie bijvoorbeeld: Stol, ‘Schaalvergroting in de polders van Amstelland’.

4. Systeem en circulatie

Op theoretisch terrein tracht deze studie een antwoord te vinden op de vraag of een systeembenadering van grootschalige infrastructuur niet aan verklaringskracht wint indien daarbij de circulatie van kennis een belangrijke plaats wordt toebedeeld.¹⁶ In die systeembenadering werd vertrokken van een sociotechnische invulling van het systeem: dat bevat dus zowel sociale als technische componenten. Bepaalde ontwikkelingen in het systeem kunnen door belangengroepen als 'problematisch' worden ervaren; *reverse salients* die ze dan willen oplossen om het functioneren van het systeem te garanderen of uit te breiden. De toepassing van die benadering en de daarbij gehanteerde kruisbestuiving tussen 'systeem' en 'circulatie' heeft met dit onderzoek nieuwe inzichten opgeleverd. Enerzijds kunnen (veranderingen in) circulatiepatronen deels uit systeemontwikkelingen verklaard worden en anderzijds is bij de ontwikkeling van het systeem zelf de circulatie van technische kennis van groot belang gebleken. Het gestandaardiseerde dijkontwerp in polders rondom het Haarlemmermeer is slechts te verklaren vanuit de wisselwerking van de systeemdynamiek (de groei van het Haarlemmermeer en de consequenties voor andere componenten) en de door het Rijnlandse ingrijpen tot stand gekomen transfers van technische kennis. Het genoemde voorbeeld is er een waar de interactie tussen systeem en circulatie een duidelijke impact op de techniek heeft gehad. Maar anderzijds moet ook geconcludeerd worden dat de aanwezigheid van bepaalde informatiestromen geen noodzakelijke technische consequenties had. De vizels van de Lisserpoel waren in andere droogmakerijen wel gekend, maar de duidelijke interesse voor dit opvoerwerktuig leidde niet tot een beduidende grotere toepassing van die techniek. De wisselwerking was dus zeer verschillend.

Deze vaststelling roept nieuwe vragen op: in eerste instantie stelt zich het probleem hoe de interactie tussen systeem en circulatie precies kan worden ingevuld. Uit ons onderzoek is het belang van verschillende 'circuits' duidelijk geworden. Dergelijke circuits kunnen opgevat worden als verbindingen tussen systeemcomponenten die kennisdoorstroming faciliteren. Deze circuits kunnen van heel verschillende aard zijn. Gedacht kan worden aan 'institutionele' stromen zoals het Rijnlands ingrijpen in het poldergebeuren, aan formele en informele opleidingen, aan (veelal sociale) netwerken tussen personen of aan verspreiding van allerlei geschriften als rapporten, bestekken of andersoortige literatuur. Wanneer die stromen en hun betekenis voor de waterstaat het incidentele karakter overstijgen, zijn ze eigenlijk niet langer te scheiden van het systeem zelf en kunnen ze 'systeem inherent' genoemd worden. In deze studie viel bijvoorbeeld het circuit polderbestuur-Rijnland onder deze noemer. Andere circuits, die niet of veel minder inherent zijn aan het oorspronkelijke technische systeem, breiden het systeem evenwel uit doordat ze nieuwe componenten erin opnemen. Omdat wetenschappelijke genootschappen in de achttiende eeuw in aanraking kwamen met de reeds bestaande structuren in de waterstaatswereld, werden ze als het ware deel van een nieuw geheel en speelden ze dus een belangrijke rol in de verdere

¹⁶ Hier wordt vooral op de interactie tussen systeem en circulatie ingegaan. Dit neemt niet weg dat er binnen de systeemtheoretische aanpak nog andere mogelijkheden zijn om de empirische verworvenheden van dit onderzoek te conceptualiseren. Daar zijn in de twee eerste paragrafen van het besluit overigens al enige aanzetten toe gegeven.

systeemontwikkeling. Die nieuwe structuur kan blijvend worden, maar hoeft dat niet noodzakelijk te zijn: de wetenschappelijke genootschappen trokken zich vanaf 1780 immers geleidelijk terug uit de waterstaatswereld, terwijl Rijkswaterstaat als nieuwkomer een vaste component van het systeem is geworden. Omdat op die manier veranderingen in kenniscirculatie en systeemontwikkeling niet van elkaar te scheiden zijn, kan men stellen dat verschuivingen in circulatiepatronen deel uitmaken van de systeemontwikkeling.

Welke factoren kunnen de wederzijdse beïnvloeding tussen beide sferen verklaren? Om op deze vraag een antwoord te formuleren geeft het LTS-concept van de zogenaamde '*reverse salients*' een bruikbare aanzet. Dit concept doelt op de technische problemen die zich in de ontwikkeling van grote technische systemen voordeden. Problemen zijn echter slechts problemen omdat de mensen ze als zodanig ervaren en omdat ze daaraan iets willen veranderen. In sommige gevallen waren vrijwel alle mensen het over het probleemkarakter van een situatie eens, bijvoorbeeld in het geval van een overstroming. In andere gevallen was die eensgezindheid zoek: bij droogmakerijen vonden sommigen dat de traditionele techniek vervangen had kunnen worden door Obdams vizel terwijl anderen het daar duidelijk niet mee eens waren. Hoe dan ook, 'probleemsituaties' zijn ook voor de vraag naar de samenhang tussen systeem en circulatie van belang omdat juist de omgang met '*reverse salients*' de interactie tussen systeemdynamiek en kenniscirculatie zeer duidelijk aan de oppervlakte laat komen. Voor de historicus hangt hier wel een methodologisch prijskaartje aan. Het zijn immers vaak zulke dynamische momenten of transitiefasen die gedocumenteerd zijn en die laten zien welke kennisstromen bestaan en geactiveerd worden. Anders is het op momenten dat er zich geen problemen stellen: dan zwijgen de bronnen en worden daarmee ook alle kennisstromen onzichtbaar. Dit wil echter niet zeggen dat ze er daarom ook niet geweest zouden zijn.

Dat de mate waarin bestaande expertise en/of bestaande informatiestromen volstonden om een technisch probleem op te lossen belangrijk is om kennisstromen te kunnen verklaren, is evident. Ondervond men in het systeem '*reverse salients*' waarop een technisch antwoord gezocht kon worden, dan trachtte men nieuwe kennis aan te boren. Konden bestaande circuits aan deze vraag voldoen, dan is het weinig waarschijnlijk dat er structurele veranderingen in de kenniscirculatie optraden. Bolstra's optreden om de ongelijke bemaling van de Vierambachtspolder op te lossen is hiervan een illustratie: men kende hem in de polder al geruime tijd en hij was als waterstaatsexpert dan ook de geknippede man om het probleem aan te pakken. Dit voorbeeld toont meteen ook aan dat circuits al snel voor andere doeleinden konden worden gebruikt dan die waarmee ze oorspronkelijk gecreëerd waren. Anders was het wanneer kennisstromen als ontoereikend ervaren werden: in dat geval konden nieuwe circuits ontstaan, bijvoorbeeld de zoektocht naar het gepaste opvoerwerktuig ten tijde van de droogmaking van de Vierambachtspolder die het lokale bestuur aldaar in contact bracht met voorheen afwezige kennisbronnen.

De totstandkoming van nieuwe circuits is echter niet altijd een verhaal van een ongedwongen zoektocht naar en een vrije acceptatie van technische kennis. Er zijn ook voorbeelden van het omgekeerde, zoals het ingrijpen van Rijnland rond het Haarlemmermeer illustreert. De systeemdynamiek werd als probleem ervaren en Rijnland drong zijn inzichten op aan de polders dankzij institutionele mogelijkheden. Variant hierop zijn conflictsituaties waarbij een mengeling van beide mechanismen aanwezig is. Strijdende partijen zoeken dan beide naar kennis en het gepaste circuit om het gelijk te halen. Het duidelijkste voorval is

opnieuw dat van de experimenten in Hazerswoude. Enkele voorvallen in Sloten demonstreren evenzeer dat tussen Amsterdam en Rijnland vergelijkbare spanningen aanwezig waren. Amsterdam aarzelde bijvoorbeeld niet om bij gelegenheid eigen landmeters in te zetten. Dat zich in dergelijke 'kennisconflicten' dezelfde mechanismen voordeden als deze die in paragraaf 3 van dit besluit zijn aangehaald, laat zich raden. De beslechting van dergelijke conflicten is echter zelden het gevolg geweest van de intrinsieke kwaliteiten van de kennis waarmee men technische problemen wilde oplossen. Veeleer gold tussen de verschillende partijen het recht van de sterkste.

Dat het belang van circuits in systemen overigens niet beperkt mag blijven tot zuiver technische kennis, is eveneens duidelijk. Voor de vroegmoderne waterstaat mag de betekenis van doorstroming van kennis op dat terrein niet onderschat worden, maar op heel andere vlakken is de impact minstens even belangrijk gebleken. Vooral voor de Vierambachtspolder was dit het geval. Daar werden immers ook 'bestuurlijk-administratieve' innovaties zoals de opzienersfunctie via circuits 'geïmporteerd'. Hetzelfde geldt bij uitbreiding voor andere personeelsleden als molenaars. Ook voor de overige polders is het belang van sociale netwerken als rekruterings- of selectiemechanisme aangetoond.

Hoewel dus blijkt dat veranderingen in de kennisstromen vooral voortvloeien uit systeemgerelateerde problemen, was dit mechanisme geen vanzelfsprekendheid. Soms leidden technische uitdagingen niet tot nieuwe kennisstromen of worden ze verhinderd. Welke belemmeringen kunnen dan de te verwachten interactie tussen systeem en circulatie in de weg hebben gestaan?

In de eerste plaats kunnen oorzaken binnen het systeem zelf een belangrijke rol spelen. Die systeemcomponenten die als het ware minder in aanraking komen met systeemdynamiek of minder betrokken zijn bij de ontwikkeling ervan, blijven ook op het punt van kennisdoorstroming gemakkelijk 'achter' op de rest van het systeem. In feite gaat het om het ontbreken van de nodige impulsen, wat echter niet impliceert dat technische innovatie in die componenten niet meer mogelijk zou zijn. In het verlengde daarvan speelt andermaal het belangenspel een belangrijke rol. Immers, een cruciaal element dat kan verklaren waarom in sommige gevallen wél en in andere geen wijzigende circulatiepatronen tot stand komen, is de impact van keuzes door relevante 'systeembouwers'. Onderkennen zij bepaalde fenomenen niet als prioritair, dan is de kans klein dat – zelfs wanneer anderen de noodzaak aan innovatie wel onderkennen – toch geen nieuwe circulatiepatronen optreden. Zo kon in de Zuideestpolders wel innovatie onderkend worden in de achttiende-eeuwse dijkbouw, maar daarbij werd niet aangeknoopt bij de Rijnlandse expertise op dit punt. De prioriteit van dergelijke innovaties die zulke circuits zouden hebben kunnen bewerkstelligen, ontbrak aan de beide kanten, zowel in de polders als bij Bolstra en co.

In het verlengde daarvan, kan een tweede factor verklaren waarom ondanks duidelijke stimuli tot innovatie toch geen interactie optreedt. Het betreft de voldoende aanwezigheid van eigen expertise waarop teruggevallen kon worden, zodat ondanks technische uitdagingen toch geen nieuwe kennisbronnen werden aangeboord, zelfs wanneer betere kennis beschikbaar was. Dit fenomeen was bijvoorbeeld te onderkennen in de vroege negentiende eeuw in de houding van de lagere waterschappen (polders en provinciale waterstaat) ten opzichte van ingenieurs van Rijkswaterstaat. Dat de eersten vonden dat ze hun eigen boontjes konden doppen, was waarschijnlijk een voldoende rem, maar die werd nog versterkt doordat ze vonden dat de laatsten te duur waren.

Dergelijke overwegingen, zoals de kostprijs van kennis(stromen) en voor wie ze waren, kunnen evenzeer een rol hebben gespeeld in de interactie tussen systeem en circulatie, al hebben ze in de vroegmoderne waterstaat doorgaans weinig invloed gehad. De redenen daarvoor waren de zo al erg openbare en goedkope technische kennis. Niet alleen de structuur van het systeem was in dit opzicht optimaal – omdat het geen onmogelijk grote kosten voor kennisdoorstroming stelde – ook de maatschappelijke context (waarin polders zo diep geworteld waren) maakte kennis relatief goedkoop. De kostprijs kan dus een rol hebben gespeeld, maar voor de vroegmoderne waterstaat heeft ze erg weinig verklarende kracht.

In tegenstelling tot wat Jeurgens beweert, namelijk dat het voor de achttiende eeuw nog steeds *'for a long time'* aan *'a scientific environment in which surveyors and engineers could exchange the results of their approach'* ontbrak, hebben we aangetoond dat er toch heel wat andere manieren waren waarbinnen die uitwisseling kon plaatsvinden.¹⁷ Jeurgens volgend zou dus ook de structuur van het systeem de circulatie van kennis verhinderd hebben. Dan moest echter aan de noodzakelijke voorwaarde voldaan zijn dat de doorstroming vrijwel exclusief afhankelijk was van de systeemstructuur zelf. In de waterstaat was dat niet het geval omdat zo al weinig structurele obstakels bestonden binnen het Rijnlandse waterstaatsbestel, maar ook door de maatschappelijke inbedding die in voldoende systeemafhankelijke alternatieven voorzag. Dat die een erg belangrijke plaats in de kennisdoorstroming innamen, is in dit proefschrift ten overvloede betoogd.

De verschillende factoren die hier aan bod kwamen, hebben bepaald in welke mate systeemontwikkelingen en daarmee samenhangende veranderingen in circulatiepatronen zijn opgetreden. Kan in de vroegmoderne waterstaat op dit punt een patroon onderkend worden? Welke kenmerken moeten nu aan de interactie op dat specifieke domein worden toegeschreven? In welke mate zijn er verschillen aan te duiden met technische ontwikkelingen die niet als systemen beschouwd worden?

In feite is voor de hele periode, dat is vanaf 1500 tot kort na 1850, sprake van een erg losse systeemstructuur. Tussen de verschillende systeemcomponenten bestond wel samenhang, maar hij was niet erg standvastig, en dat op alle terreinen. Institutioneel bijvoorbeeld was de band tussen Rijnland en de inliggende waterschappen relatief beperkt. Ook de zuiver technische samenhang in het systeem bleek erg elastisch: de boezemproblematiek was lang niet in elke Rijnlandse hoek even voelbaar. Tussen de specifieke technieken bestonden evenmin duidelijke verbanden. Dijk- en molenbouw konden in veel polders erg onafhankelijk van elkaar ontwikkelen. Zelfs op het vlak van de sociale achtergrond van de 'systeembestuurders' vertoonde Rijnland erg lang een zeer grote fragmentatie en differentiatie. Het systeem was dus niet alleen elastisch, maar bovendien ook 'losjes' gestructureerd.¹⁸ De mate waarin nieuwe kennis een toepassing kon vinden, mag dan wel voor het grootste deel systeemgebonden¹⁹ zijn geweest, de vorm waarin systeem en circulatie interageerden en het uiteindelijke resultaat van dat proces, is om die reden veel sterker bepaald door maatschappelijke ontwikkelingen. Die conclusie is niet verwonderlijk want in

¹⁷ Jeurgens, 'Statistics as an instrument', 310.

¹⁸ In tegenstelling tot de mening van Kaijser dat het *'tightly integrated regional systems'* ging; Kaijser, 'System Building from Below', 538-539. Hoewel – uitzonderingen daargelaten – wel relatief duidelijk afgebakende bevoegdheidspakketten bestonden (op dit punt heeft Kaijser wel gelijk), betekent dit niet dat de beide niveaus van het systeem consequent sterk met elkaar interageerden.

¹⁹ Zie de bespreking van landschappelijke invloeden in paragraaf 2.

de vergelijking met bijvoorbeeld scheepsbouw- of navigatietechnieken is in de vorige paragraaf al het opmerkelijke verschil in centralisatie aangehaald.

Het belang van netwerken rondom individuele, vaak kapitaalkrachtige ondernemers, heeft daarom een sterk stempel gedrukt op de waterstaattechnische ontwikkeling, ook al was dit erg selectief. In de praktijk betekende dit dat het grondbezit erg belangrijk was voor bijvoorbeeld molentechnische ontwikkelingen. Keerzijde van deze medaille was dat zodra grondbeleggingen steeds minder gunstig werden, ook de technische vooruitgang schijnbaar stilviel. Na de droogmaking van de Wassenaarse Polder gebeurde er ruim zeven decennia schijnbaar niets op dit vlak, omdat stedelingen niet langer in innovatieve droogmakerijen investeerden. Op dit punt ondervond de waterstaatstechniek dus zeer directe gevolgen van de malaise in de Republiek. Waar andere wegen tot innovatie bestonden en de systeemdynamiek wél sterk genoeg was, kwam wel nog innovatie voor, zoals de kadebouw op het einde van de zeventiende eeuw liet zien. In ieder geval toonde de waterstaat ook als systeem een erg diffuus en rijkgeschakeerd beeld. In die zin kunnen de (in de inleiding genoemde) publicaties van Kaijser, Van der Vleuten en Disco waarin die veelzijdigheid wel eens onderbelicht is gebleven, aangevuld en bijgesteld worden.²⁰

Pas in de achttiende eeuw kwam hierin verandering in. Er trad op verschillende vlakken een soort schaalvergroting en harmonisering op. Verschillen in grondeigendom en -gebruik verdwenen; er ontstond een brede laag geleerden die samenwerkte met de nieuwe elites op het platteland. In feite voltrok zich door alle maatschappelijke gelederen van de Rijnlandse waterstaat een *'Vernetzung der Netze'*, met als gevolg dat het gefragmenteerde en gedifferentieerde karakter van de waterstaat enigszins verdween. Binnen deze ontwikkelingen vertoonden kenniscircuits ook andere kenmerken. Sommige werden bijvoorbeeld steeds meer bestendigd door vakliteratuur en werden minder persoonsgebonden. Systeem en circulatie werden op sommige punten meer en strakker gestructureerd of geïnstitutionaliseerd, al blijft het typische LTS-*'momentum'* toch relatief beperkt. In de eerste plaats moet men in het oog houden dat die nieuwe kenmerken van de kenniscirculatie niet exclusief voor het waterstaatssysteem golden, maar deel uitmaakten van een veel bredere, maatschappelijke ontwikkeling. Ook op het vlak van andere technieken manifesteerden zich dergelijke veranderingen. Anderzijds blijft het *'momentum'* voor de lokale waterstaat beperkt omdat men vanuit een 'nationaal perspectief' immers steeds tot een overschatting daarvan komt. Een eenzijdige blik van bovenaf stelt de dominante rol van Rijkswaterstaat te veel centraal. Dat die rol voor het gros van de Nederlandse polders in de eerste helft van de negentiende eeuw zonder meer beperkt was, heeft de blik van onderop, zoals in deze studie gehanteerd, ruimschoots aangetoond.

In de negentiende eeuw zetten de trends zich verder door: voor Rijnland hadden ze weinig gevolgen; hoe langer hoe meer deden de ontwikkelingen zich voor op het hogere, nationale plan, waar veel duurzame structuren ontstonden. De lokale waterstaat raakte enigszins geïsoleerd en de polderbesturen vonden dat ze over voldoende mogelijkheden beschikten om het hoofd boven water te houden in een omgeving waar de impulsen en uitdagingen niet meer zo sterk en groot waren. Rijnlandse polders als meest lokale systeemcomponenten waren allesbehalve prioritair voor nieuwe innovatiecentra als

²⁰ Kaijser, 'Preparing the ground for the Golden Age'; Idem, 'Technological systems in the natural world'; Van der Vleuten en Disco, 'Water wizards: Reshaping Wet Nature and Society'.

Rijkswaterstaat. De consequentie hiervan voor kenniscirculatie kan dan ook niet anders zijn dan dat de betekenis van nieuwe circuits lang niet meer zo groot kon worden, ook al konden ze wel nog tot stand komen. De traditie was in dit opzicht niet zozeer knellend, veeleer ontbraken stimuli om eraan te moeten ontkomen.

*
* *

Een bekende boutade luidt dat de Nederlanders hun eigen land schiepen. Terugkijkend op ruim drieënhalve eeuw scheppende activiteit, kan gesteld worden dat de hulpmiddelen daartoe net zo min vrijblijvend waren als de maar al te menselijke schepper. Die werd gedreven en gestuurd door zijn zoektocht naar bestaansmiddelen of rijkdom, door de veelzijdige samenleving waarvan hij deel uitmaakte: de plattelandssamenleving, vormgegeven door de politiek-institutionele verhoudingen, door de sociale en economische trends en in eerder beperkte mate door het wetenschappelijk-culturele klimaat van zijn tijd. De historische ontwikkeling van de waterstaatstechniek weerspiegelt daarom de complexe interactie tussen de mens en zijn leefomgeving in de meest brede betekenis. Soms lijkt die geschiedenis inderdaad een wat heldhaftig portret van het menselijke vernuft te schilderen. Nu eens nam hij risico's en realiseerde groots opgezette projecten; dan weer werkte hij zich door allerhande 'tegenslagen', die niet zelden door zichzelf waren veroorzaakt. Maar al evenzeer doorspekten heftige controverses, bittere conflicten en scherpe discussies de wereld van de waterstaat. Op nog andere momenten maakte onzekerheid zich van hem meester, met argwaan, voorzichtigheid en soms zelfs besluiteloosheid tot gevolg. Achteraf gezien bood het gestage scheppingsproces in al zijn fascinerende diversiteit steeds oplossingen en antwoorden voor maatschappelijke en landschappelijke evoluties, niet het minst omdat Minerva haar uil behouden vluchten liet vliegen.